

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-310722

(P2002-310722A)

(43)公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 D 5/14

G 0 1 B 7/30

識別記号

1 0 1

F I

G 0 1 D 5/14

G 0 1 B 7/30

テ-マコト<sup>\*</sup>(参考)

H 2 F 0 6 3

1 0 1 B 2 F 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2001-121348(P2001-121348)

(22)出願日

平成13年4月19日 (2001. 4. 19)

(71)出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 横本 悅子

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機 株式会社内

(72)発明者 加藤 幸裕

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機 株式会社内

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

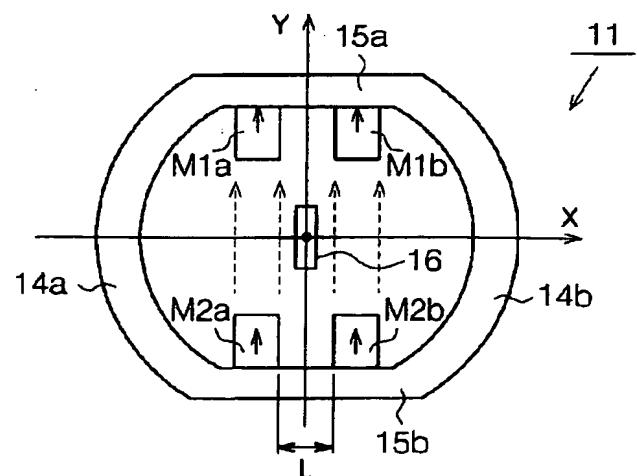
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 角度センサ

(57)【要約】

【課題】 製造が容易で安価な磁石を使用して磁束密度分布を均一に形成でき、磁電変換素子と永久磁石の相対位置変化が生じても検出誤差の低減を図る。

【解決手段】回転角度変位センサ11のヨーク13には直方体の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bが固着されている。永久磁石M1a, M1bは、間隔Lだけ離間され、それぞれヨーク13の平壁部15aに固着されている側がN極に、反固着面側がS極に着磁されている。また、永久磁石M2a, M2bは、間隔Lだけ離間され、前側平壁部15bに固着される側がS極に、反固着面側がN極に着磁されている。



(2)

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体に固定された筒状ヨークと、前記筒状ヨークの内側面に固着した磁石と、前記磁石により発生する磁界中に配置された磁電変換素子とを備え、前記回転体の回転中心軸を中心に回転する前記磁石により発生する磁界に対応した電気信号を磁電変換素子から出力させる角度センサにおいて、  
前記筒状ヨークの内側面に固着した磁石は、少なくとも4個であって、一側磁極を2個の磁石で形成し、他側磁極を2個の磁石で形成するとともに、各磁極を形成する2個の磁石をそれぞれ離間させて前記筒状ヨークの内側面に固着したことを特徴とする角度センサ。

【請求項2】回転体に固定された円筒形磁石と、前記磁石により発生する磁界中に配置された磁電変換素子とを備え、前記回転体の回転とともに前記円筒形磁石がその中心軸を中心に回転しその円筒形磁石により発生する磁界に対応した電気信号を磁電変換素子から出力させる角度センサにおいて、前記円筒形磁石の外周面に磁束密度分布補正部を形成したことを特徴とする角度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は角度センサに係り、詳しくは磁電変換素子を用いた角度センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、回転角度を検出する角度センサとして、その検出素子としてホール効果を用いた回転角度変位センサが知られている（例えば、特開昭61-75213号公報、特開昭62-291502号公報）。この種の回転角度変位センサは、非接触で回転角度が検出できる点で優れている。

【0003】図21及び図22は、回転軸の回転角度変位を検出する従来の回転角度変位センサの平面図及び正断面図を示す。図22において、回転角度変位センサ51は、回転体としての回転軸部52、ヨーク53、永久磁石54を備えている。回転軸部52は、図示しない被検出回転軸と一体的に連結され、その被検出回転軸とともに軸心（Z軸）を回転中心に一体回転する。

【0004】前記ヨーク53は前記回転軸部52の先端に設けられた有底円筒体であって、その円筒部53aの中心軸線は前記回転軸部52の軸心（Z軸）と一致させている。そして、回転軸部52の回転とともに円筒部53aはその中心軸線（Z軸）を回転中心として一体回転する。

【0005】前記円筒部53aの内側面には、円筒形の永久磁石54が固設されている。永久磁石54は、その中心軸線を前記回転軸部52の軸心（Z軸）と一致させている。従って、回転軸部52の回転とともに永久磁石54はその中心軸線（Z軸）を回転中心として一体回転する。

【0006】円筒形の永久磁石54は、前側（図21において下側）をN極に、後側（図21において上側）をS極になるように着磁され、その円筒内に破線矢印で示すようにN極からS極に向かう磁束を形成する磁界が発生している。図4の×印の特性曲線は、図21に示す状態における永久磁石54の円筒内のX軸線上（左右方向）の磁束密度分布を示す図である。図5の×印の特性曲線は、図21に示す状態における永久磁石54の円筒内のY軸線上（前後方向）の磁束密度分布を示す図である。

【0007】前記永久磁石54の円筒内の空間には、磁電変換素子としてのホール素子55が配設される。ホール素子55は、その中心が永久磁石54の中心軸線（Z軸）と一致させるとともに図21に示す状態においてY軸方向（前後方向）に沿って配置される。ホール素子55は図21においてX軸方向に平行な方向を磁気感知方向としている。そして、永久磁石54が中心軸線（Z軸）を回転中心として回転すると、永久磁石54（N, S極）とホール素子55との相対位置が変化する。この相対位置の変化をホール素子55が検出する。ホール素子55は、相対位置の変化量、即ち回転角度に相対した検出信号を出力する。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この回転角度変位センサ51は、その構造上、回転軸部52等の寸法誤差、ホール素子55等の組み付け誤差、又は、温度変化や磨耗によってホール素子55と永久磁石54の相対位置の変動、いわゆる軸ぶれが発生しやすい。この軸ぶれは、ホール素子55による検出に誤差が生じさせ検出精度が劣化する。

【0009】つまり、図21に示す状態において、永久磁石54の円筒内の磁束密度分布の変化は、図4及び図5の×印の特性曲線で示すように、中心軸（Z軸）を基準値として永久磁石54の磁極に向かうほど大きくなる。特に、図5に示すY軸方向の磁束密度分布の変化は、図4に示すX軸方向の磁束密度分布の変化より大きい。例えば、図5において、ホール素子55の配設位置が中心からずれると、磁束密度の変化量は非常に大きい値となる。

【0010】従って、ホール素子55と永久磁石54の相対位置の変動が生じると、その磁束密度の変動が大きくなり、その大きな変動が大きな検出誤差として現れる。そこで、X軸及びY軸方向の磁束密度の変化をできるだけ小さく、即ち、磁束密度分布を均一にすることが望まれている。つまり、磁束密度分布を均一にすれば、軸ぶれが生じても磁束密度の変化が小さいため検出誤差を低減させることができるからである。

【0011】又、円筒形の永久磁石54は、Z軸線方向においても磁束密度変化が大きい。従って、Z軸線方向の相対位置変化が生じた場合にも、同様な問題が生じ、

(3)

3

Z軸線方向においても磁束密度分布が一様であることが望ましい。そこで、磁束密度分布を均一にする永久磁石が提案されている（例えば、特開昭10-132506号公報）。

【0012】図18及び図19は、Z軸線方向の磁束密度分布を均一にする永久磁石56, 57の側断面図を示す。この永久磁石56は、それぞれ内周面56aに磁束分布磁束密度分布補正部を構成する環状の溝56bを形成したものである。又、この永久磁石57は、それぞれ内周面57aの上下両側部に磁束密度分布補正部を構成する環状の凸部57bを形成したものである。図20はZ軸線上の磁束密度分布の特性曲線を示す。×印の特性曲線は、内周面に何も施さない永久磁石54の特性曲線、●印の特性曲線は、内周面に磁束分布補正部を形成した永久磁石56, 57の特性曲線である。つまり、内周面に磁束密度分布補正部を形成した永久磁石56, 57ほうが、磁束密度分布補正部を形成しない永久磁石54より、Z軸線上の磁束密度分布の変化が小さいことがわかる。

【0013】しかしながら、形状を補正してZ軸線上の磁束密度分布を均一にする永久磁石56, 57の場合、その形状が特殊なため、これら永久磁石56, 57は製造に高度な技術が必要となるとともにコスト高となる。つまり、永久磁石56, 57が焼結磁石の場合には、磁石粉を圧粉する成形型を必要とするが型抜きが難しいとともに、焼結後の寸法を精度よく出すことは非常に難しかった。又、永久磁石56, 57がプラスチックマグネットの場合にも成形型が必要でその型抜きが難しい。そこで、円筒形状のマグネットを成形後に内側面を切削加工して永久磁石56, 57を製造しなければならず、コストアップにつながっていた。

【0014】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、製造が容易で安価な磁石を使用して磁束分布を均一に形成でき、磁電変換素子と磁石の相対位置変化が生じても検出誤差の低減を図ることができる角度センサを提供することにある。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、回転体に固定された筒状ヨークと、前記筒状ヨークの内側面に固着した磁石と、前記磁石により発生する磁界中に配置された磁電変換素子とを備え、前記回転体の回転中心軸を中心に回転する前記磁石により発生する磁界に対応した電気信号を磁電変換素子から出力させる角度センサにおいて、前記筒状ヨークの内側面に固着した磁石は、少なくとも4個であって、一側磁極を2個の磁石で形成し、他側磁極を2個の磁石で形成するとともに、各磁極を形成する2個の磁石をそれぞれ離間させて前記筒状ヨークの内周面に固着したことをその要旨とする。

【0016】請求項2に記載の発明は、回転体に固定さ

(4)

4

れた円筒形磁石と、前記磁石により発生する磁界中に配置された磁電変換素子とを備え、前記回転体の回転とともに円筒形磁石がその中心軸を中心に回転しその円筒形磁石により発生する磁界に対応した電気信号を磁電変換素子から出力させる角度センサにおいて、前記円筒形磁石の外周面に、磁束密度分布補正部を形成したことをその要旨とする。

【0017】（作用）請求項1の発明によれば、2個の一側磁極を2個の磁石で形成し、他側磁極を2個の磁石で形成する。そして、各磁極を形成する2個に磁石をそれぞれ離間させて前記筒状ヨークの内周面に固着させたことにより、磁電変換素子付近の筒状ヨーク内であって回転体の回転中心軸線に対して直交する方向の磁束密度の分布は一様となる。

【0018】請求項2の発明によれば、円筒形磁石の外周面に磁束密度分布補正部を形成したので、回転体の回転中心軸線方向の磁束密度の分布を一様にすることができるとともに、円筒形磁石の成形する際の型抜き容易にでき製造が容易となってコスト低減が図れる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）以下、本発明を具体化した回転角度変位センサの第1実施形態を図1～図6に従って説明する。

【0020】図1及び図2は、回転軸の回転角度変位を検出する回転角度変位センサの平面図及び正断面図を示す。図2において、角度センサとしての回転角度変位センサ11は、回転体としての回転軸部12、磁性体となるヨーク13及び4個の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bを備えている。回転軸部12は、図示しない被検出回転軸と一体的に連結され、その被検出回転軸とともに軸心（Z軸）を回転中心に一体回転する。

【0021】前記ヨーク13は前記回転軸部12の先端に設けられた平面小判形の有底筒体であって、その平面断面小判形の筒部13aの中心軸線は前記回転軸部12の軸心（Z軸）と一致させている。従って、回転軸部12の回転とともに筒部13aはその中心軸線（Z軸）を回転中心として一体回転する。尚、前記筒部13aは、図1において円弧状に形成された左右両側部を円弧部14a, 14bと、左右方向に互いに平行して延びる前後両側部を平壁部15a, 15bとしている。

【0022】前記筒部13aの後側平壁部15aの内側面には、左右一対の永久磁石M1a, M1bが固着されている。左右一対の永久磁石M1a, M1bは、図1において、前記Z軸と直交するY軸を中心軸線として対称となるように後側平壁部15aの内側面に配置固着されている。永久磁石M1a, M1bは、直方体の磁石であって、本実施形態の各辺（幅、厚さ（着磁方向）、高さ）の長さは2mm、3mm、5mmとなっている。そして、後側平壁部15aに固着された永久磁石M1a, M1bは、後側平壁部15a側がN極に、反後側平壁部

(4)

5

15 a側をS極に着磁されている。

【0023】一方、前記筒部13aの前側平壁部15bの内側面には、左右一対の永久磁石M2a, M2bがそれぞれ前記後側平壁部15aの永久磁石M1a, M1bと相対向する位置に固着されている。前側平壁部15bの永久磁石M2a, M2bは、前記後側平壁部15aの永久磁石M1a, M1bと同一のものであって、形状及び磁力の強さが同一である。

【0024】従って、4個の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bは、図1に示すように、互いに直交するX軸とY軸とZ軸の交点を中心と点対称位置にそれぞれ配置されている。従って、前記回転軸部12が回転すると、4個の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bはZ軸を回転中心として回転する。又、永久磁石M2a, M2bの間隔Lは永久磁石M1a, M1bの間隔と同一となる。さらに、対向する永久磁石M2aと永久磁石M1aとの間隔は永久磁石M2bと永久磁石M1bの間隔と同一であって、本実施形態は9mmとしている。

【0025】又、前側平壁部15bに固着された永久磁石M2a, M2bは、前側平壁部15b側がS極に、反前側平壁部15b側をN極に着磁されている。従って、筒部13a内に破線矢印で示すようにそれぞれ永久磁石M2a, M2bから永久磁石M1a, M1bに向かう磁束の磁界が形成される。

【0026】筒部13a内の空間には、磁電変換素子としてのホール素子16が配設される。ホール素子16は、その中心が4個の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bの点対称中心の軸線(Z軸)と一致させるとともに図1に示す状態においてY軸に沿って配置される。ホール素子16は、図1においてX軸に平行な方向を磁気感知方向としている。

【0027】そして、4個の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bが中心軸線(Z軸)を回転中心として回転すると、各永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bとホール素子16との相対位置が変化する。この相対位置の変化をホール素子16が検出する。ホール素子16は、相対位置の変化量、即ち回転角度に相対した検出信号を出力することになる。

【0028】この時、後側及び前側平壁部15a, 15bにそれぞれ設けた永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bによって、筒部13a内の空間に形成される磁束密度分布は均一になる。つまり、後側及び前側平壁部15a, 15bに固着した立方体の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bは、互いの間隔Lだけ離間した。従って、永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bが立方体であって離間しているので、永久磁石M2a, M2bから永久磁石M1a, M1bに向かう磁束は、筒部13a内の中央部(ホール素子16付近)に集中することなく一様に分散される。その結果、筒部13a内の空間に形成される磁束密度分布は均一になる。

6

【0029】図4及び図5は、永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bによる筒部13a内の形成される磁束密度分布をシミュレーションにて検証して得たX軸線上とY軸線上の磁束密度分布の特性曲線を示す。×印の特性曲線は、従来の円筒形の永久磁石54の特性曲線、●印の特性曲線は、本発明のそれぞれの永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bの間隔Lを3mmとしたときの特性曲線、▲印の特性曲線は、本発明のそれぞれの永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bの間隔Lを4mmとしたときの特性曲線を示す。尚、図4及び図5において、横軸は回転中心(Z軸)を0とし、縦軸は回転中心(Z軸)の磁束密度を基準に磁束密度の増減を%で表わしている。

【0030】各特性曲線から明らかなように、間隔Lを3mmにした場合、従来の場合に比べてY軸線上及びX軸線上とも磁束密度の分布は一様になることがわかる。又、間隔Lを4mmにした場合、間隔Lを3mmにした場合に比べてY軸線上の磁束密度の分布はさらに一様になることがわかる。尚、間隔Lを4mmにした場合、X軸線上の磁束密度の分布は従来の場合に比べて劣るが微差である。

【0031】のことから、間隔Lを3mm~4mmの範囲で永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bを配置すれば、Y軸線上及びX軸線上の磁束密度の分布を一様にことができる。

【0032】上記したように、第1実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態では、前記筒部13aの相対向する後側及び前側平壁部15a, 15bにそれぞれ左右一対の立方体の永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bを離間させて固着したので、ホール素子16を配置した筒部13a内のX軸線上及びY軸線上の磁束密度の分布を従来の円筒形の永久磁石54より一様にすることができます。

【0033】従って、回転軸部12等の寸法誤差、永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bに対するホール素子16との組み付け誤差、又は、温度変化や磨耗によるホール素子16と永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bの相対位置の変動、すなわち、X軸線上又はY軸線上の軸ぶれが発生しても、ホール素子16の検出誤差を低減させることができる。

【0034】(2) 本実施形態では、後側及び前側平壁部15a, 15bに固着した永久磁石M1a, M1b, M2a, M2bの形状を立方体にした。従って、高度な技術を必要とすることなく簡単かつ安価に製造することができ、ひいては安価な回転角度変位センサ11を提供することができる。

【0035】(第2実施形態) 次に、本発明を具体化した第2実施形態を図6~図9に従って説明する。尚、本実施形態では、永久磁石の配置に特徴があり、他の構成

(5)

7

は図21及び図22に示す従来の回転角度変位センサ51の構成と同一なので、説明の便宜上、従来の回転角度変位センサ51と同様の構成については同一の符号を付してその説明を一部省略する。

【0036】図6は、本実施形態の角度センサとしての回転角度変位センサ21の平面図を示す。回転角度変位センサ21のヨーク53の円筒部53aの内側面には、4個の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bが放射状に配置固定されている。4個の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの各辺の長さは、第1実施形態と同じにしている。図6において円筒部53aの後部内側面には、第1及び第2永久磁石M11a, M11bが、前記Z軸と直交するY軸線を中心軸線として対称となるように $2\theta$ の角度で離間して配置固定されている。第1及び第2永久磁石M11a, M11bは直方体の磁石であって、ヨーク53に固定される側(固定面側)がN極に、固定面側に対向する側(反固定面側)がS極に着磁されている。

【0037】一方、図6において円筒部53aの後部内側面には、第3及び第4永久磁石M12a, M12bは、前記Z軸と直交するY軸線を中心軸線として対称となるように $2\theta$ の角度で離間して配置固定されている。第3及び第4永久磁石M12a, M12bは直方体の磁石である。

【0038】第3及び第4永久磁石M12a, M12bは、第1及び第2永久磁石M11a, M11bと同一のものであって、形状及び磁力の強さが同一である。従って、4個の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bは、図6に示すように、互いに直交するX軸とY軸とZ軸の交点を中心にして対称位置にそれぞれ配置されている。尚、相対向する第1永久磁石M11aと第4永久磁石M12bとの間隔は第2永久磁石M11bと第3永久磁石M12aの間隔と同一であって、本実施形態は9mmとしている。そして、前記回転軸部12が回転すると、4個の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bはZ軸を回転中心として回転する。

【0039】本実施形態において、第1～第4永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bは直方体のものを示したが、固定面側の形状をヨーク53の内周面に沿った形状、即ち円弧面に形成することもできる。この場合、ヨーク53と第1～第4永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bをヨーク53の内周面に密着させることができる。

【0040】又、第3及び第4永久磁石M12a, M12bは、固定面側がS極に、反固定面側がN極に着磁されている。従って、円筒部53a内に破線矢印で示すようにそれぞれ第3及び第4永久磁石M12a, M12bから第1及び第2永久磁石M11a, M11bに向かう磁束が形成される。

【0041】円筒部53a内の空間には、磁電変換素子

(6)

8

としてのホール素子55が配設される。ホール素子55は、その中心が4個の第1～第4永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの点対称中心の軸線(Z軸)と一致させるとともに図6に示す状態においてY軸に沿って配置される。ホール素子55は、図6においてX軸と平行な方向を磁気感知方向としている。

【0042】そして、4個の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bが中心軸線(Z軸)を回転中心として回転すると、各永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bとホール素子55との相対位置が変化する。この相対位置の変化をホール素子55が検出する。ホール素子55は、相対位置の変化量、即ち回転角度に相対した検出信号を出力することになる。

【0043】この時、永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bによって、円筒部53a内の空間に形成される磁束密度分布は均一になる。つまり、直方体の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bは、互いの $2\theta$ の角度に離間した。従って、永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bが直方体であって離間していることから、第3及び第4永久磁石M12a, M12bから第1及び第2永久磁石M11a, M11bに向かう磁束は、中央部に磁束が筒部53a内の中央部(ホール素子55付近)に集中することなく一様に分散される。その結果、筒部53a内の空間に形成される磁束密度分布は均一になる。

【0044】図7及び図8は、永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bによる、円筒部53a内に形成される磁束密度分布をシミュレーションで検証して得たX軸線上とY軸線上の磁束密度分布の特性を示す。×印の特性曲線は従来の円筒形の永久磁石54の特性曲線、黒く塗りつぶした□印の特性曲線は、本発明のそれぞれ永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの離間角度 $2\theta$ を55度としたときの特性曲線、◆印の特性曲線は、本発明のそれぞれ永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの離間角度 $2\theta$ を60度としたときの特性曲線、●印の特性曲線は、本発明のそれぞれ永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの離間角度 $2\theta$ を64度としたときの特性曲線、\*印の特性曲線は、本発明のそれぞれ永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの離間角度 $2\theta$ を66度としたときの特性曲線、▲印の特性曲線は、本発明のそれぞれ永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの離間角度 $2\theta$ を70度としたときの特性曲線を示す。尚、図7及び図8において、横軸は回転中心(Z軸)を0とし、縦軸は回転中心(Z軸)の磁束密度を基準に磁束密度の増減を%で表わしている。

【0045】各特性曲線から明らかのように、離間角度 $2\theta$ が60～70度においては、X軸線上の磁束密度分布が優れている(磁束密度が均一である範囲が広い)ことがわかる。又、離間角度 $2\theta$ が60～70度において

(6)

9

は、X軸線上の密度分布が従来の円筒型磁石の場合に比べてやや劣るが、Y軸線上の磁束密度分布は従来の場合と比較して格段に優れていることがわかる。

【0046】ホール素子55の位置のずれは、図6のX軸方向、Y軸方向のどちらにも生じる可能性がある。このため、磁束密度分布が優れている、即ち磁束密度が均一である範囲が広いことはホール素子55の位置ずれによって生じる検出誤差を低減することになる。よって、上記のことから、離間角度 $2\theta$ は55~70度の間で実施することが好ましい。

【0047】又、上記した第1実施形態の場合に比較して第2実施形態においては、磁束密度の分布を一様にするために、図6に示すように、Z軸、即ちホール素子55の中心（Z軸）に向かって放射状に永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bを配置している。一方、第1実施形態においては図1に示すように永久磁石M11aと永久磁石M11b、永久磁石M12aと永久磁石M12bを所定の間隔、離間して配置している。図9は第1実施形態におけるホール素子16が配置されている付近の磁束密度と永久磁石M11aと永久磁石M11b、永久磁石M12aと永久磁石M12bの離間距離との関係を示すシミュレーションにより検証した図である。図9から永久磁石M11aと永久磁石M11b、永久磁石M12aと永久磁石M12bを離間した場合にはそれらを離間しない場合と比較してホール素子16が配置されている付近の磁束密度が減少することがわかる。このため、第1実施形態においては、この磁束密度の低下によりホール素子16の出力が減少してしまうことになる。

【0048】これに対して、第2実施形態に示す構成のシミュレーションによる検証では、図10に示すようにホール素子55が配置されている付近の磁束密度と永久磁石M11aと永久磁石M11b、永久磁石M12aと永久磁石M12bの離間距離との関係は、第1実施形態の永久磁石の離間距離と磁束密度との関係と比較してその減少具合が小さい。これにより、ホール素子55による同じ出力値を得るために永久磁石のサイズは第1実施形態と比較して第2実施形態では小さくてもよいことになる。これにより、装置の小型化やコスト低減を図ることができる。しかも、前記したように図7及び図8に示すように筒部33a内の中央部（ホール素子55付近）の磁束密度分布を一様にすることができる。

【0049】上記したように、第2実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態では、前記円筒部33aに直方体の永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bを互いの $2\theta$ の角度に離間して配置し固着した。

【0050】従って、ホール素子55を配置した円筒部33a内のX軸線上及びY軸線上（及びZ軸線上）の磁束密度の分布を一様にすることができる。従って、回転

(6)

10

軸部12等の寸法誤差、永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bに対するホール素子55との組み付け誤差、又は、温度変化や磨耗によるホール素子55と永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの相対位置の変動、すなわち、X軸線上及びY軸線上の軸ぶれが発生しても、ホール素子55の検出誤差を低減させることができる。

【0051】(2) 本実施形態では、第1~第4永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bの形状を直方体にした。従って、高度な技術を必要とすることなく簡単かつ安価に製造することができ、ひいては安価な回転角度変位センサ21を提供することができる。

【0052】(3) 本実施形態では、各永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bのサイズを大きくすることなく、筒部33a内の中央部（ホール素子55付近）の磁束密度を確保することができる。従って、各永久磁石M11a, M11b, M12a, M12bのコスト低減を図ることになる。

【0053】(第3実施形態) 次に、本発明を具体化した第3実施形態を図11及び図12に従って説明する。図11は、車高の変化を回転角度変化に変換して車高を検出する回転角度変位センサ31の断面図を示す。図11において、円筒状のケース本体32は仕切り部32aを有し、その仕切り部32aを境に上部及び下部が開口し、その上部開口部を蓋体33aによって閉塞され、その下部開口部を軸受体33bによって閉塞されている。ケース本体32の左側にはコネクタ部32bが形成されている。

【0054】ケース本体32は、回転体としての回転軸部34が軸受体33bにて回転可能に支持されている。回転軸部34に下端部はケース本体32から突出し、回動レバー36の基端部が固着されている。回動レバー36の先端部には図示しないリンク機構部材を介してサスペンションのロアアーム等に連結されている。従って、スロットルバルブの開閉動作に連動して回転軸部34は回転される。

【0055】回転軸部34の先端部には、有底円筒形のヨーク37が固着されている。その磁性体となるヨーク37の円筒部37aの中心軸線は前記回転軸部34の軸心（Z軸）と一致させている。そして、回転軸部34の回転とともに円筒部37aはその中心軸線（Z軸）を回転中心として一体回転する。

【0056】前記円筒部37aの内側面には、円筒形の永久磁石Mが固設されている。永久磁石Mは、その中心軸線は前記回転軸部34の軸心（Z軸）と一致させている。従って、回転軸部34の回転とともに永久磁石Mはその中心軸線（Z軸）を回転中心として一体回転する。円筒形の永久磁石Mは、図21及び図22に示す従来の永久磁石54と同じように着磁されている。円筒形の永久磁石Mの外周面には、図21に示すように断面コ字状

(7)

11

の磁束密度分布補正部としての環状の溝38を形成している。

【0057】前記仕切り部32aは、その中央部が前記円筒形の永久磁石Mの筒内に向かって凹設され上部が開口した凹部が形成され、その凹部には磁電変換素子としてのホール素子39が配設されている。ホール素子39は、その中心が永久磁石Mの中心軸線（Z軸）と一致させている。前記仕切り部32aの上方には、回路基板40が配設され、前記ホール素子39が回路基板40に実装された検出回路素子と電気的に接続されている。

【0058】そして、永久磁石Mが中心軸線（Z軸）を回転中心として回転すると、永久磁石M（N, S極）とホール素子39との相対位置が変化する。この相対位置の変化（磁束の向き変化）をホール素子39が検出する。ホール素子39は、相対位置の変化量、即ち回転角度に相対した検出信号を出力する。

【0059】次に上記のように構成した第3実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態では、前記円筒部37aの内側面に固定した円筒形の永久磁石Mは、その外周面に環状の溝38を形成した。従って、その外周面に形成した環状の溝38によって、ホール素子39を配置した円筒形の永久磁石Mの円筒内のZ軸線上の磁束密度の分布を一様にすることができる。その結果、ホール素子39に対するZ軸線方向の組付け誤差が生じても、ホール素子39の検出誤差を低減させることができる。

【0060】(2) 本実施形態では、環状の溝38を円筒形の永久磁石Mの外周面に形成した。従って、円筒形の永久磁石Mの成形をする際の型抜き容易にでき製造が容易となってコスト低減を図ることになる。

【0061】尚、本発明の実施形態は、以下のように変更してもよい。

○上記第1及び第2実施形態では、4個の永久磁石M1a～M2b、永久磁石M11a～M12bを直方体で形成したが、立方体で形成してもよい。

【0062】○上記第1実施形態では、4個の直方体の永久磁石M1a～M2bの各辺の長さを適宜変更して実施してもよい。

○上記第1及び第2実施形態の永久磁石M1a～M2b及び永久磁石M11a～M12bに、第3実施形態等で示した磁束密度分布補正部を形成してもよい。

【0063】○上記実施形態では、円筒形の永久磁石Mの外周面に形成した磁束密度分布補正部としての溝38の断面形状をコ字状に形成した。これを、図13に示すように、円筒形の永久磁石Mの外周面に断面半円形状の環状溝41を形成してもよい。勿論、前記環状溝41より、図14に示すようにその断面形状が小さい断面半円形状の環状溝42を形成した円筒形の永久磁石Mを用いて実施してもよい。

【0064】又、図15に示すように、円筒形の永久磁

12

石Mの外周面に断面V字状の環状溝43を形成した円筒形の永久磁石Mを用いて実施してもよい。尚、この場合、環状溝43のV字状傾斜面の傾斜角を適宜変更してZ軸線上の磁束密度分布を一様となるように調整してもよい。

【0065】さらに、図16及び図17に示すように、円筒形の永久磁石44の外周面上下両側部に磁束密度分布補正部としての磁性体よりなる環状のヨーク45を固定したもので実施してもよい。この場合にも、簡単に製造でき、しかも、で磁束密度の分布を一様にすることができる。

【0066】

【発明の効果】請求項1及び2に記載の発明によれば、製造が容易で安価な磁石を使用して磁電変換素子の配置付近の磁束分布を均一に形成でき、磁電変換素子と永久磁石の相対位置変化が生じても検出誤差の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態の回転角度変位センサの平面図である。

【図2】 同じく回転角度変位センサの正断面図である。

【図3】 同じく永久磁石の形状を説明するための斜視図である。

【図4】 同じく円筒部内の形成される磁束密度分布をシミュレーションで得たX軸上の磁束密度分布の特性曲線を示す図である。

【図5】 同じく円筒部内の形成される磁束密度分布をシミュレーションで得たY軸上の磁束密度分布の特性曲線を示す図である。

【図6】 第2実施形態の回転角度変位センサの平面図である。

【図7】 同じく円筒部内の形成される磁束密度分布をシミュレーションで得たX軸上の磁束密度分布の特性曲線を示す図である。

【図8】 同じく円筒部内の形成される磁束密度分布をシミュレーションで得たY軸上の磁束密度分布の特性曲線を示す図である。

【図9】 第1実施形態におけるホール素子が配置されている付近に磁束密度と永久磁石の離間距離との関係を示す図である。

【図10】 第2実施形態におけるホール素子が配置されている付近に磁束密度と永久磁石の離間距離との関係を示す図である。

【図11】 第3実施形態の回転角度変位センサの断面図である。

【図12】 同じく円筒形の永久磁石の断面図である。

【図13】 円筒形の永久磁石の別例を示す断面図である。

【図14】 円筒形の永久磁石の別例を示す断面図であ

(8)

13

る。

【図15】 円筒形の永久磁石の別例を示す断面図である。

【図16】 円筒形の永久磁石の別例を示す断面図である。

【図17】 同じくその円筒形の永久磁石の平断面図である。

【図18】 従来の円筒形の永久磁石の構造を示す断面図である。

【図19】 同じく従来の円筒形の永久磁石の構造を示す断面図である。

【図20】 円筒形の永久磁石のZ軸線上の磁束密度分布の特性曲線を示す図である。

【図21】 従来の回転角度変位センサの構成を説明す

14

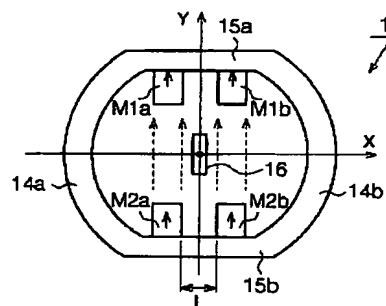
る平面図である。

【図22】 同じく回転角度変位センサの構成を説明する正断面図である。

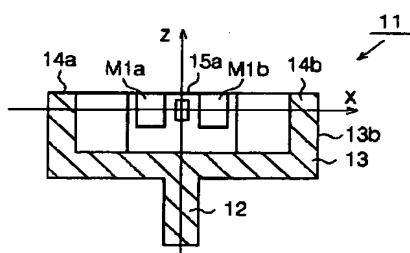
【符号の説明】

11, 21, 31…角度センサとしての回転角度変位センサ、12…回転体としての回転軸部、13, 37…ヨーク、13a…筒部、15a, 15b…平壁部、16, 39, 55…磁電変換素子としてのホール素子、34…回転体としての回転軸部、38…磁束密度分布補正部としての溝、41, 42, 43…磁束密度分布補正部としての環状溝、45…磁束密度分布補正部としてのヨーク、53a…円筒部、M1a, M1b, M2a, M2b, M11a, M11b, M12a, M12b, M…永久磁石

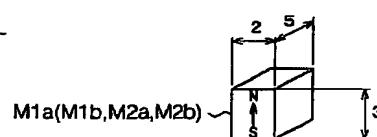
【図1】



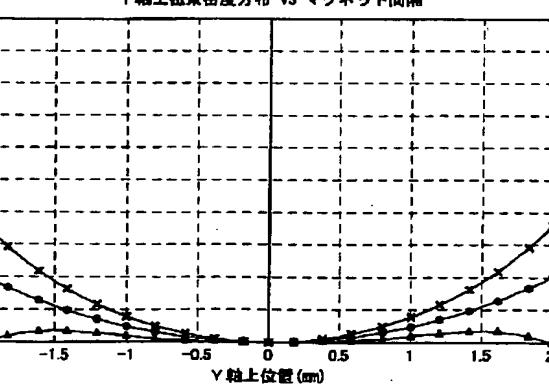
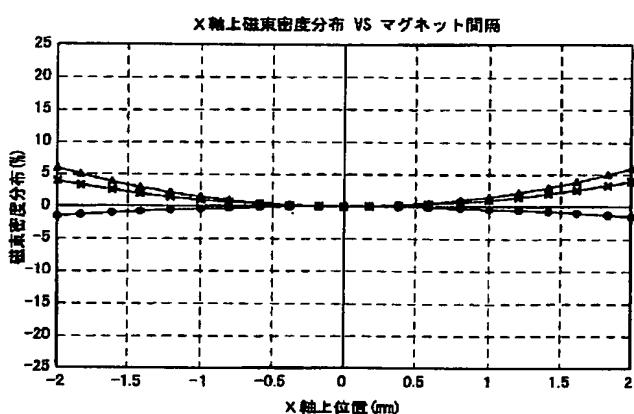
【図2】



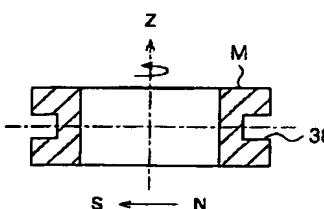
【図3】



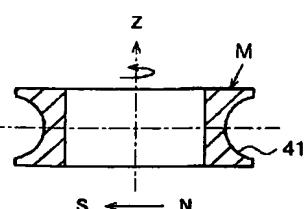
【図4】



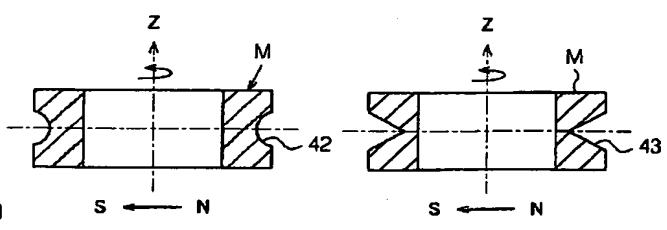
【図12】



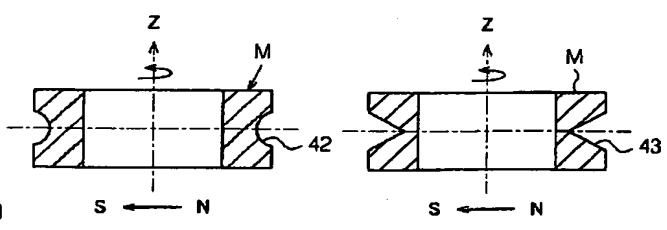
【図13】



【図14】

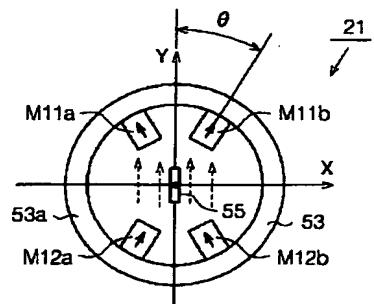


【図15】

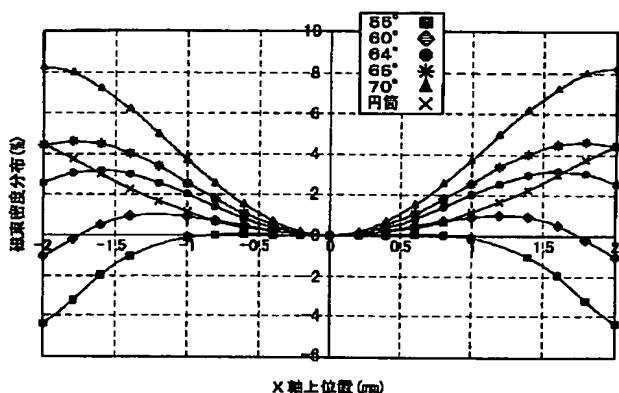


(9)

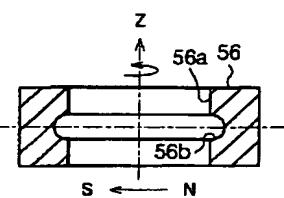
【図 6】



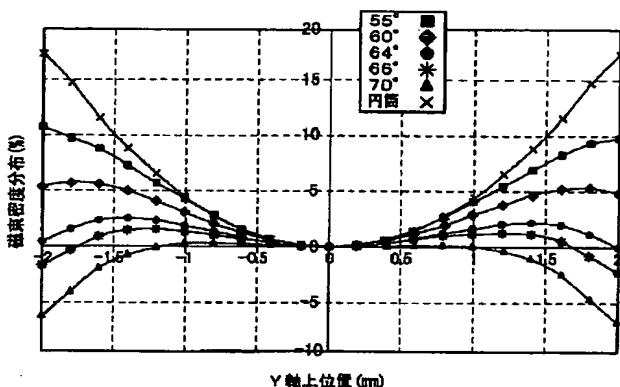
【図 7】



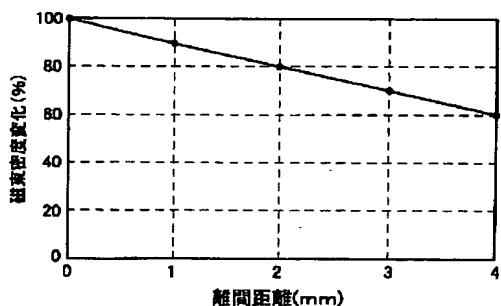
【図 18】



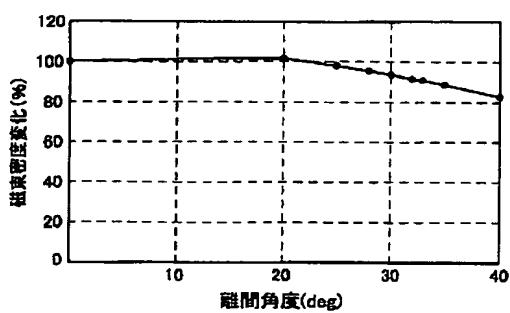
【図 8】



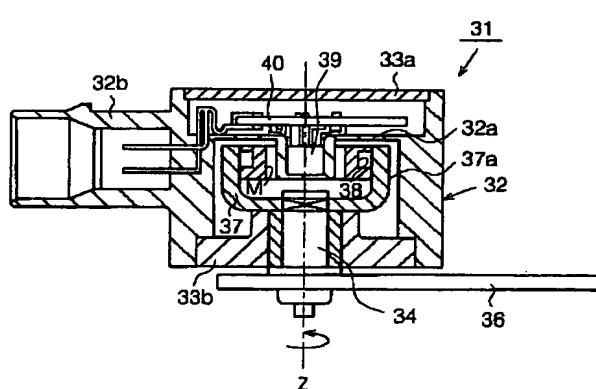
【図 9】



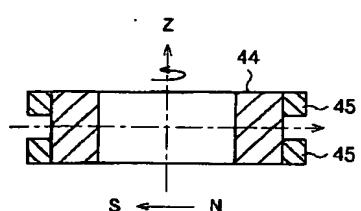
【図 10】



【図 11】

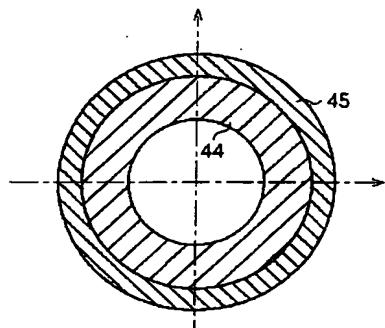


【図 16】



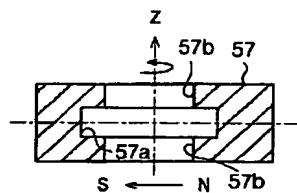
(10)

【図17】

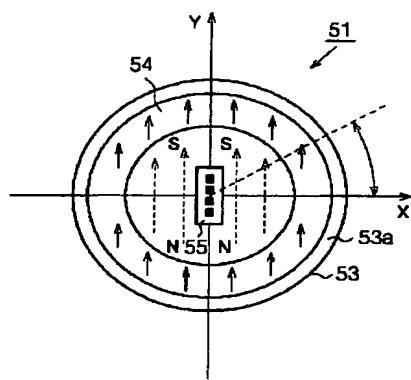
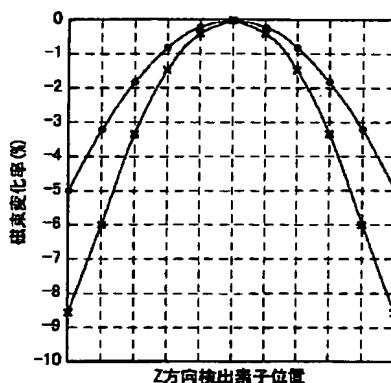


【図21】

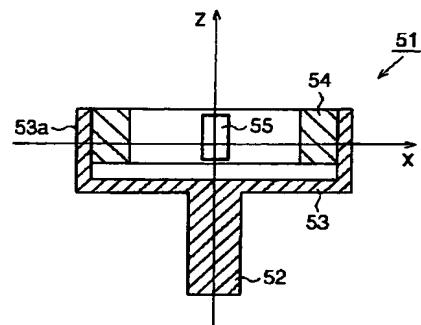
【図19】



【図20】



【図22】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA35 CB12 DA05 GA52 KA01  
 2F077 AA11 CC02 JJ01 JJ08 JJ23  
 VV01

BEST AVAILABLE COPY